



TITLE:

活性汚泥法の操作因子に関する基礎的研究( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

宗宮, 功

---

CITATION:

宗宮, 功. 活性汚泥法の操作因子に関する基礎的研究. 京都大学, 1968, 工学博士

ISSUE DATE:

1968-07-23

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/212908>

RIGHT:

氏 名	宗 宮 功
	そう みや いさお
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	工 博 第 140 号
学 位 授 与 の 日 付	昭 和 43 年 7 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	工 学 研 究 科 衛 生 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	活 性 汚 泥 法 の 操 作 因 子 に 関 す る 基 礎 的 研 究

論文調査委員 (主 査) 教授 合 田 健 教授 末石富太郎 教授 高松武一郎

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、下水処理における活性汚泥法の操作因子を、汚濁性有機物質除去の機構を中心として論じ、活性汚泥法の効果的な操作を行なうための指標と、その意義とを明らかにしようとしたもので、7章からなっており、第1章は緒論、第7章は結論である。

第2章ではまず、ばっ気そうにおける酸素供給について論じた。すなわち、旋回流式のばっ気における散気泡の形状、滞留時間およびこれに直接影響する旋回流速を、実験室規模の模形を用いて詳細に検討し、その結果から断面が幾何学的に相似な実際規模のばっ気そうで、同じ強さの酸素供給が行なわれるための条件を、総括酸素移動容量係数を中心として論じた。また、従来用いられてきたKingおよびEckengerfeldの公式について種々検討を加え、著者が半理論的に誘導した、総括酸素移動容量係数にもとづいてスケール効果をあらわす公式がより妥当であることを述べている。

第3章は汚濁性有機物質の除去機構に関する研究である。まず標準活性汚泥法によるばっ気そうについて、溶解性基質の減少速度式が各種提示されていることを述べ、基質の高濃度域をもふくめ、Michaelis-Menten型の反応速度式と、活性汚泥の自家呼吸による影響をも含めた。汚泥量に関する収支の式とを連立させ、一般的な近似解をえた。つぎに通常の都市下水の場合に該当する、基質の低濃度域に対し、係数値の変動範囲を著者および従来の諸研究を基礎に検討し、厳密な解析から基質の限界残留濃度を論じた。ここで基質除去率を支配する重要因子として、ばっ気そう混合液濃度、ばっ気時間および係数の積であらわされる無次元操作因子 $\tau$ が導入され、それが効率面で演ずる役割を説明したほか、汚泥量収支式にもとづき、返送汚泥中の活性物質と不活性物質とを区別して、余剰汚泥生成率を綿密に検討し、指数Nによって余剰汚泥生成率を予測する方法を提案した。これは、流入水のBOD値およびSS値からこのN値を図によって近似的に求めるもので、通常の都市下水処理ではこの値がほぼ0~5.0の間にあることを述べた。

第4章は中間規模の活性汚泥処理装置による実験的研究である。処理能力約50m<sup>3</sup>/日の装置を用いて、京都市および大阪市周辺の都市下水と混合工場排水とにつき、約2年間行なった実験の成果をまとめたも

ので、操作条件は標準活性汚泥法を主とし、高率・高負荷運転法を副としており、それぞれにおける各種の操作指標値とその最適条件とを検討した。高率・高負荷法では、活性度の高い汚泥を保持するため、ばっ気そう内気の溶存酸素濃度を相対的に高く維持する必要がある、これに加えて最終沈殿池における汚泥の過剰流出を防ぐことができれば、標準法に近い浄化能力をあげることを示した。

第5章は活性汚泥の酸素消費特性に関する研究である。すなわち活性汚泥の酸素消費速度を標準条件下で求め、それを活性度としてあらわすという従来の立場を一步進め、著者はばっ気そうでの酸素消費量を自家呼吸による量と代謝による量とに区別し、まずそれぞれの特性を実験的に明らかにした。つぎに中間規模装置において観測された溶存酸素濃度の垂下曲線は、基質のみかけ上の除去と代謝呼吸との間に時間的なずれがあるとして解析を行なって初めて説明が可能であることを述べ、新たな力学モデルを提案し、溶存酸素濃度変化を無次元化して表示した。なお代謝による酸素消費速度と自家呼吸速度の変化について行なった実験では、外部の溶解性基質をとり去った状態で測定した酸素消費速度をもって自家呼吸速度としたが、その経時変化からみて、解析ではこれを一定として扱えることを示している。

第6章は、さきの各章で述べた研究成果を基礎に、これまで実用されてきた主要操作因子の意義と適値とを再検討している。標準法の場合、まず BOD-SS 負荷率のもつ意義は重要であり、その適値範囲は  $0.2 \sim 0.5$  (Kg/日/Kg)とされているが、これは第3章で導入した無次元因子 $\tau$ をも考慮して初めて意味をもつものであり、また BOD—容積負荷率についても同様であることを理論的に示し、実験資料によってそれを裏付けた。また、返送汚泥量の管理についても、理論的に求めた最適汚泥返送率が、やはり因子 $\tau$ と結びつけられ、操作が最適返送率の近くで行なわれている場合は、 $\tau$ に若干の変化があっても浄化度にはさほど影響がないこと、および通常の都市下水の場合汚泥返送率は20～30%が妥当な範囲であることを根拠づけた。このほか、スラッジ齡、SDI、SVIなどの汚泥指標についても種々検討したが、とくに第5章の研究結果にもとづき、ばっ気そうに溶存酸素濃度の垂下曲線が生ずる場合、ばっ気そうの溶存酸素濃度の最低値に対応して、放流水の必要酸素濃度を保持するためには、混合液汚泥濃度や総括酸素移動容量係数にどのような制約があるかを述べた。

最後に第7章で本論の成果を要約している。

## 論文審査の結果の要旨

活性汚泥法が都市下水・有機廃水の処理においてしめる地位は、最近とみに重要な度を加えており、基礎・応用面の諸研究が活発化している。しかし実際面ではなお、操作因子相互の関係が不明確のまま、一部の指標値が施設の設計や管理に用いられているのにかんがみ、本論文は、酸素収支や活性汚泥量変化に関する体系的な基礎研究によって、因子群の相互関係を把握し、応用面における改善を図ろうとした。

まず、活性汚泥ばっ気そうにおける酸素供給率に関し、旋回流式ばっ気模型を用いて種々の条件のもとに散気泡の性質や旋回流の挙動に関する詳細な実験を行ない、その結果から、総括酸素移動容量係数を基礎にして、模型と実物とにおいて実質酸素供給率が等しくなるための条件を求め、スケール変化に応じ必要空気量を求める方法を提案した。これは、従来の King および Eckenfelder の方法に比しスケール効果をより合理的に説明しており、実施設のデータと比較しても妥当である。

ばっ気過程における汚水性基質の除去機構について、著者はまず、一般の場合の力学モデルとして、Michaelis-Menten 型の速度式と、自家呼吸の項を含めた活性汚泥量収支式とを組みあわせ、基質濃度と汚泥量変化率との関係をあらわす近似式をえた。とくに通常の都市下水の場合に該当する低濃度基質の場合につき詳細な解析を行ない、基質減少率を支配する重要な無次元因子 $\tau$ を導入した。この理論的成果をもとに、実施設および中間規模模型による実測資料を用いて検討し、都市下水のばあい、標準法による溶解性基質の残留限界が 4~10mg/l であることを示した。これは活性汚泥法の浄化限界を予知する上で重要な成果である。著者はさらに、余剰汚泥処理に関連して流入水のBOD値および浮遊物質量から、簡単に余剰汚泥生成率を推定している。

なお、中間規模の装置で都市下水および総合工場排水に対し、長期間行なった実験結果から、高率・高負荷式運転法は標準法に比し、ばっ気そう内の溶存酸素濃度を相対的に高く維持し、また最終沈殿池からの汚泥の過剰流出を防ぐことにより標準法に近い成績を維持できることを明らかにした。

つぎに、活性汚泥の酸素消費特性について、実験の結果では一般にばっ気そう流下方向に溶存酸素垂下曲線が求まるが、それは基質のみかけ上の除去よりも代謝呼吸が時間的に遅れることを考慮すれば矛盾なく説明できることを述べ、無次元化した理論式を誘導してこれら実測結果を説明した。最後に、活性汚泥施設の設計・操作に従来用いられてきた主要な指標の相互関係と、その適値範囲などにつき、著者がこれまでに展開した理論をさらに拡張して詳細な検討を行なった。その結果、BOD-SS 負荷率と BOD-容積負荷率はともに因子 $\tau$ と組みあわせて初めて有効な指標となることを明らかにしたほか、汚泥返送率の微小変化が基質除去効率に及ぼす影響やばっ気そう溶存酸素の最低値と放流水の必要酸素濃度との関係などに関し多くの有用な知見を加えた。

以上要するに本論文は、活性汚泥による浄化機構の中核である酸素消費、基質量および汚泥量収支について、一貫した体系的研究を行ない、新たな、支配因子の導入や、それによる標準法の浄化限界の推定、さらには慣用操作因子の意義の明確化など、機構の複雑な本方法の応用上貴重な成果を得たものであり、学術上、実際上寄与するところが少なくない。

よって本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。